

MANUAL DE USUARIO
PROGRAMA C_EFICO V1.0

DOCUMENTO **CREG-114**
20 de octubre de 2011

CIRCULACIÓN:
MIEMBROS DE LA COMISIÓN DE
GULACIÓN DE ENERGÍA Y GAS

MANUAL DE USUARIO
PROGRAMA C_EFICO V1.0

1. INTRODUCCIÓN

El programa C_EFICO v.1.0 es un programa creado por la Comisión de Regulación de Energía y Gas CREG, que permite a los agentes generadores calcular **la Energía Firme de Corto Plazo EFICO** de las plantas hidráulicas, conforme a lo establecido en la resolución de consulta CREG 146 de 2010.

Para su utilización se necesita un computador con el programa Microsoft Access 2007-2010 instalado. A continuación se describe la forma como se debe utilizar el programa.

2. VALORES EQUIVALENTES

El cálculo de la EFICO para todas las plantas, incluyendo las que hacen parte de una cadena o tienen varios embalses asociados, se realiza utilizando un modelo simplificado compuesto únicamente por una planta y un embalse equivalentes. Por lo anterior, los datos que se ingresan al programa son valores equivalentes, que se calculan de la siguiente forma:

a) **Volumen mínimo técnico del embalse equivalente, en hm^3.**
Es igual a la suma, en agua, de todos los niveles mínimos técnicos de los embalses pertenecientes a la cadena.

b) **Volumen máximo técnico del embalse equivalente, en hm^3.**
Suma, en agua, de los máximos técnicos de todos los embalses pertenecientes a la cadena.

c) **Curva Guía inferior equivalente, en hm^3.**
Suma, en agua, de las curvas guía inferiores de todos los embalses pertenecientes a la cadena.

d) **Curva Guía superior equivalente, en hm^3.**
Suma, en agua, de las curvas guía superiores de todos los embalses pertenecientes a la cadena.

e) **Factor de conversión del agua turbinada en energía eléctrica, en MW / m^3/s.**
Se calcula sumando todos los factores de conversión de las plantas que hagan parte de la cadena.

f) **Aportes equivalentes.**
Los aportes equivalentes se calculan conforme a la siguiente fórmula:

$$A_{e,m} = \sum_{i=1}^{EMB_e} \left(V_{i,m+1} - V_{i,m}\right) + \frac{\sum_{j=1}^{PLA_e} T_{j,m}}{PLA_e} + VE_{e,m}$$

Donde

$A_{e,m}$ Aportes que recibe el embalse equivalente e en el mes m.

$\mathrm{EMB_e}$ Número de embalses reunidos en el embalse equivalente e.

$V_{i,m}$ Volumen almacenado en el embalse i al inicio del mes m resultante del modelo HIDENFICC.

PLA_e Número de plantas asociadas al embalse equivalente e.

$T_{j,m}$ *Turbinamiento de la planta j en* el mes m resultante del modelo HIDENFICC.

$VE_{e,m}$ Vertimientos de todos los embalses reunidos en el embalse equivalente e que no desembocan en otros embalses u plantas asociadas resultantes del modelo HIDENFICC, en el mes m.

m Mes para el cual se tiene la información histórica de los aportes de todos las plantas y embalses asociados al embalse equivalente e.

Es importante resaltar que para calcular los valores equivalentes descritos anteriormente, solamente pueden ser incluidos plantas y embalses del mismo agente. Lo anterior para ser consecuente con la forma como se calcula la ENFICC de las plantas en el SIN.

3. CÁLCULO DE LA EFICO

Para una planta ***p***, que en el día ***d*** del mes ***m*** tiene un nivel de embalse igual a ***ned***, el C_NEP v.1.0 calcula el valor de la EFICO mediante el siguiente procedimiento:

a) Cálculo de la EFICO para el primer día de los meses m y m+1

Para cada uno de los años de los que se tenga información histórica de los aportes de la planta ***p***, se calcula la MGC[1] para el primer día del mes ***m***[2]. El mínimo de los valores calculados anteriormente es la EFICO de la planta para el primer día del mes m.

Posteriormente, se realiza el mismo procedimiento para el caso del mes ***m***+1, con lo cual se calcula la EFICO para el primer día del mes m+1.

---

[1] Ver anexo I.

[2] Se excluyen los meses para los cuales no se tenga información completa, es decir que nos e tengan los aportes de algún mes del período comprendido entre los meses ***m*** y ***m***+11.

b) *Interpolación de la EFICO para el día d del mes m.*

Para calcular la EFICO del resto de días se aplica la siguiente fórmula:

$$EFICO_{m,d,ne} = \frac{EFICO_{m+1,1,ne} - EFICO_{m,1,ne}}{ND_m} \times (\mathrm{d} - 1) + EFICO_{m,1,ne}$$

Donde

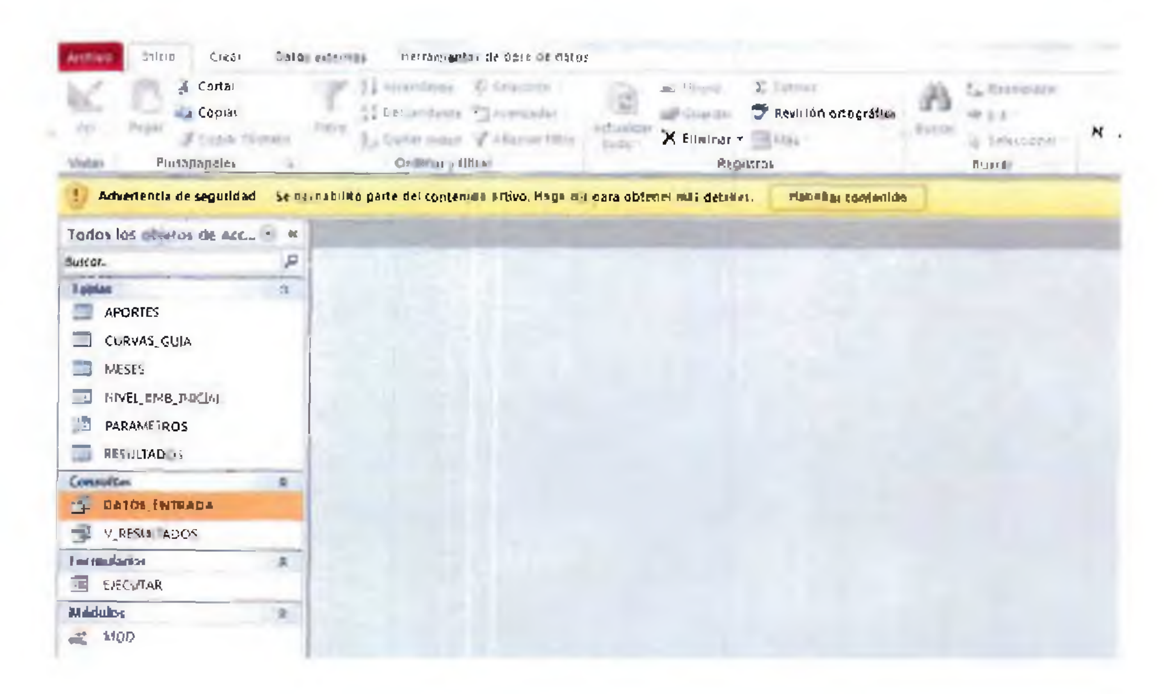
$EFICO_{m,d,ne}$	EFICO de la planta cuando tiene un nivel de embalse ***ne*** en el día ***d*** del mes ***m***.
ND_m	Número de días del mes ***m***.
d	Número del día para el que se está calculado la EFICO.

4. OPERACIÓN DEL PROGRAMA

A continuación se presentan los pasos que se deben seguir para ingresar los datos y calcular la EFICO:

a) Inicio del programa

El programa se inicia abriendo el archivo C_EFICO_V1.accdb con Microsoft Access 2007-2010. Una vez abierto se pueden observar en la parte izquierda las tablas, consultas, módulos y formularios que componen el programa. Adicionalmente, en la parte superior se informa al usuario una advertencia de seguridad que indica que parte del contenido del programa ha sido deshabilitado. El primer paso a seguir es habilitar el contenido bloqueado, como se ilustra en la siguiente gráfica:



b) Ingreso de los datos.

Los datos se ingresan al programa C_EFICO V1.0 mediante las siguientes cuatro tablas: APORTES, CURVAS_GUIA, PARAMETROS, y NIVEL_EMB_INICIAL. Es importante aclarar que **todos los datos que se ingresen de una planta** corresponden a los valores equivalentes calculados conforme al numeral 2 de este documento. A continuación se describe la información que se debe ingresar en cada campo de las tablas:

a) **CURVAS_GUIA.** Tabla en la que se ingresan todos los valores correspondientes a la curva guía.

   i. **Id:** Valor auto-numérico. No debe ser ingresado por el usuario.
   ii. **PLANTA:** Nombre de la planta.
   iii. **MES:** Número del mes del año: 1 (Enero), 2 (Febrero), ..., 12 (Diciembre).
   iv. **CURVA_GUIA_INFERIOR:** Curva guía inferior del embalse agregado en hm3 (Hectómetros cúbicos).
   v. **CURVA_GUIA_SUPERIOR:** Curva guía superior del embalse agregado en hm3 (Hectómetros cúbicos).

b) **APORTES.** Tabla en la que se ingresan los aportes de la planta.

   i. **Id:** Valor auto-numérico. No debe ser ingresado por el usuario.
   ii. **PLANTA:** Nombre de la planta.
   iii. **FECHA:** Fecha del primer día del mes respectivo.
   iv. **APORTES:** Aportes de la planta en el mes. En hm3 (Hectómetros cúbicos).

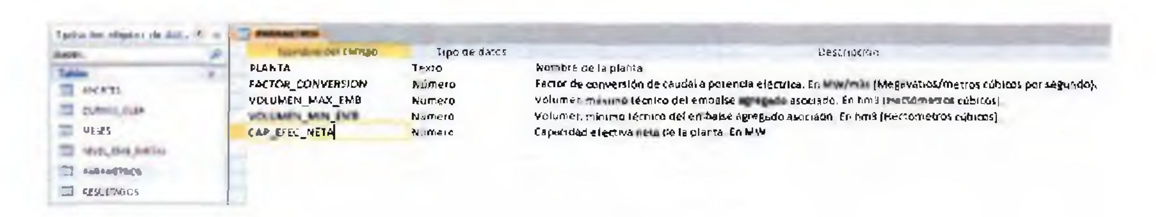
c) **PARAMETROS.** Tabla en la que se ingresan los parámetros de la planta y el embalse agregado asociado.

i. **Id:** Valor auto-numérico. No debe ser ingresado por el usuario.
ii. **PLANTA:** Nombre de la planta.
iii. **FACTOR_CONVERSION:** Factor de conversión de caudal a potencia eléctrica. En MW/m3s (Megavatios/metros cúbicos por segundo).
iv. **VOLUMEN_MAX_EMB:** Volumen máximo técnico del embalse agregado asociado. En hm3 (Hectómetros cúbicos).
v. **VOLUMEN_MIN_EMB:** Volumen mínimo técnico del embalse agregado asociado En hm3 (Hectómetros cúbicos).
vi. **CAP_EFEC_NETA:** Capacidad efectiva neta de la planta. En MW.

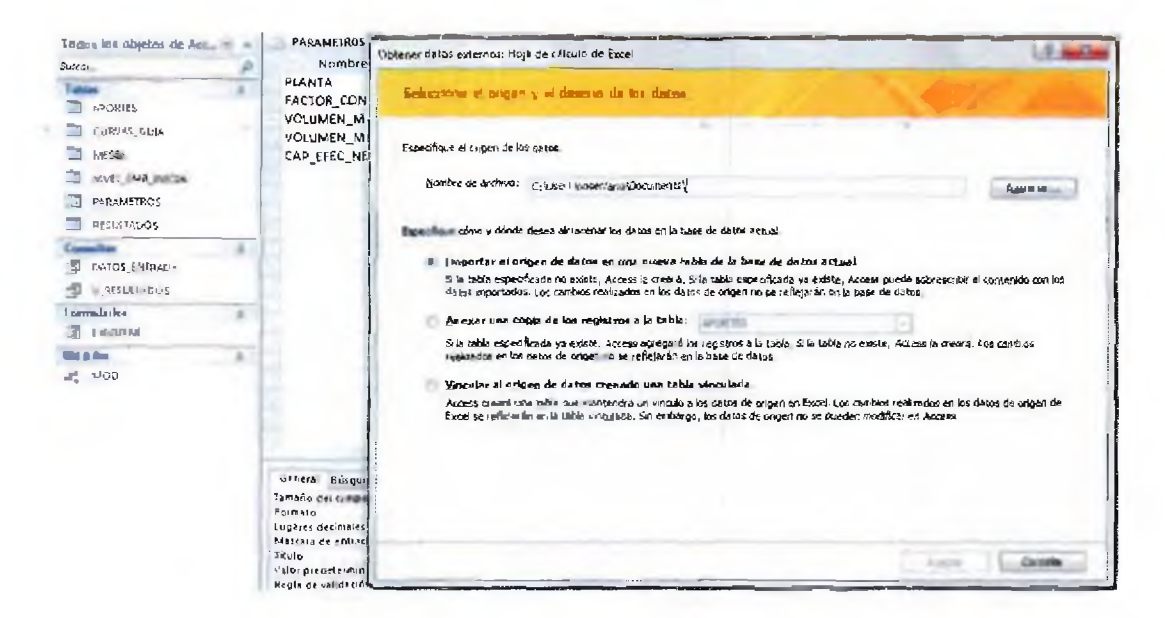
d) **NIVEL_EMB_INICIAL.** Tabla en la que se ingresan los valores de las plantas a las cuales se les va a calcular la EFICO.

i. **PLANTA:** Nombre de la planta.
ii. **NIVEL_EMB:** Nivel del embalse asociado a la planta. En porcentaje del Volumen Útil.
iii. **FECHA:** Fecha para la cual se va a calcular la EFICO.

La información de todos los campos de las tablas descritas anteriormente se puede observar en el programa seleccionando la tabla, abriendo el menú del segundo botón del ratón, y seleccionando la vista “diseño”, como se muestra a continuación:



Adicionalmente, una forma fácil de ingresar los datos es importarlos desde un archivo de Microsoft Excel. Para lo cual, se debe seleccionar cualquier tabla, abrir el menú del segundo botón del ratón y seleccionar Importar – Excel – Adjuntar una copia de los registros a la tabla, como se ilustra a continuación:



c) Ejecutar el programa

Para ejecutar el programa se abre el formulario “EJECUTAR” y se pulsa el *botón* “EJECUTAR”.

d) Visualización de los resultados

Los resultados de calcular la EFICO, en GWh-día, se pueden visualizar abriendo la vista “V_RESULTADOS”.

Anexo I
Máxima Generación Constante MGC

La Máxima Generación Constante, **MGC**, es el máximo valor que es capaz de generar una planta todos los días durante 12 meses; partiendo el primer día del mes ***m*** con un nivel de embalse ***ne***, y recibiendo unos aportes mensuales en cada mes de $\mathbf{A_m}$, $\mathbf{A_{m+1}}$, …, $\mathbf{A_{m+11}}$. Su cálculo se realiza conforme al proceso de optimización descrito a continuación:

$$\max \quad GC_{p,m,ne}$$

s.a.

i. $GC_p = \frac{T_{p,m}}{D_m} \times FC_p$

ii. $\frac{T_{p,m}}{D_m} = \frac{T_{p,m+n}}{D_{m+n}}$

iii. $V_{p,m+n+1} = A_{p,m+n} + V_{p,m+n} - VE_{p,m+n} - T_{p,m+n}$

iv. $V_{p,m} = ne$

v. $V_{p,m+n} \leq Vmax_p$

vi. $T_{p,m+n} \leq Tmax_{p,m+n}$

vii. $V_{p,m+n} \geq CG_{p,m+n}$

Para todo n = 0, 1, 2,…, 11.

Donde

$GC_{p,m,ne}$ Generación constante de la planta ***p*** durante el período iniciando el mes ***m*** con un nivel de embalse ***ne***.

$T_{p,m+n}$ Turbinamiento de la planta ***p*** en el mes ***m*** + n.

$V_{p,m+n}$ Volumen útil almacenado al inicio del mes ***m*** + n en el embalse equivalente asociado a la planta ***p***.

$A_{p,m+n}$ Aportes en el mes ***m*** + n del embalse equivalente asociado a la planta ***p***.

$VE_{p,m+n}$ Vertimientos en el mes ***m*** + n en el embalse equivalente asociado a la planta ***p***.

D_{m+n} Número de días del mes ***m*** + n.

$Vmax_e$	Volumen útil máximo del embalse equivalente asociado a la planta ***p***.
$Tmax_{p,m+n}$	Turbinamiento máximo de la planta ***p*** en el mes m + n.
FC_p	Factor de conversión del agua turbinada en energía generada, de la planta ***p***.
$CG_{p,m+n}$	Curva guía inferior correspondiente para el mes ***m*** + n del embalse equivalente asociado a la planta ***p***.

